

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 18 738.3

**Anmeldetag:** 25. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Steuerung eines Elektromotors

**IPC:** B 60 L 11/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. März 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Wallner

DaimlerChrysler AG

Dr. Fischer

22.04.2003

Steuerung eines Elektromotors

5 Die Erfindung bezieht sich auf die Steuerung eines zwischen  
Motorbetrieb und Generatorbetrieb umschaltbaren, mit einem  
Verbrennungsmotor gekoppelten oder koppelbaren Elektromotors  
mit zugeordneter Batterie, insbesondere in einem Hybridan-  
trieb mit Verbrennungsmotor und zwischen Generator- und Mo-  
10 torbetrieb umschaltbarem Elektromotor sowie dem Elektromotor  
zugeordneter Batterie mit deren Ladezustand erfassender Sen-  
sorik, wobei der Verbrennungsmotor und der Elektromotor mit  
dem Abtrieb des Hybridantriebes antriebsmäßig gekoppelt  
und/oder koppelbar sind und der Elektromotor beim Generator-  
15 betrieb vom Verbrennungsmotor und/oder Abtrieb antreibbar  
ist.

Seit längerem werden Kraftfahrzeuge mit Hybridantrieb entwi-  
ckelt. In der Regel ist bei diesen Antrieben vorgesehen, dass  
20 der zwischen Generator- und Motorbetrieb umschaltbare Elekt-  
romotor ständig mit dem Antriebstrang des Fahrzeuges und da-  
mit mit dem zum Antriebstrang führenden Abtrieb des Hybridan-  
triebes antriebsmäßig verbunden ist. Dagegen ist der Verbren-  
nungsmotor über eine Kupplung zuschaltbar, d. h. bei ge-  
25 schlossener Kupplung ist der Verbrennungsmotor mit dem An-  
triebsstrang und dem Elektromotor antriebsmäßig verbunden,  
und bei geöffneter Kupplung vom Elektromotor und Antrieb-  
strang abgetrennt. Grundsätzlich sind jedoch auch anders kon-  
figurierte Hybridantriebe bekannt; beispielsweise solche, bei  
30 denen sowohl der Verbrennungsmotor als auch der Elektromotor  
über je eine gesonderte Kupplung mit dem Abtrieb des Hybrid-

antriebes und dem entsprechend dem Antriebstrang des Fahrzeuges verbindbar sind.

Ein besonderer Vorteil der Hybridantriebe liegt darin, dass  
5 Nutzbremungen möglich sind, bei denen der mit dem Antrieb-  
strang verbundene Elektromotor als Generator betrieben und über  
den Antriebstrang angetrieben wird, so dass die der Batterie  
im Generatorbetrieb zugeführte Leistung bremswirksam  
10 wird und dementsprechend dem Vortrieb des Fahrzeuges entzogen  
wird. Auf diese Weise wird die dem Vortrieb des Fahrzeuges  
entzogene kinetische Energie in potentielle Energie, d. h.  
hier in eine erhöhte Batterieladung, umgewandelt und nicht  
wie bei normalen Bremsen als nicht nutzbare Wärme „vernich-  
tet“.

15 Des weiteren bieten Hybridantriebe die Möglichkeit, das Fahrzeug  
in Ballungsgebieten, in denen regelmäßig mit vergleichs-  
weise geringer Fahrgeschwindigkeit und sehr häufigen Anhalte-  
manövern zu rechnen ist, rein elektromotorisch und damit ab-  
20 gasfrei zu betreiben.

Außerhalb der Ballungsgebiete kann dann der Verbrennungsmotor  
für den Fahrbetrieb herangezogen werden. Während dieser Be-  
25 tribsphasen kann der Elektromotor auf Generatorbetrieb umge-  
schaltet und vom Verbrennungsmotor angetrieben werden, so  
dass sich die zuvor ggf. entladene Batterie wieder aufladen  
läßt.

Bisher wurde in diesem Zusammenhang vorgesehen, die Genera-  
30 torleistung beim Ladebetrieb in Abhängigkeit vom Ladegrad der  
Batterie zu steuern, vergleiche beispielsweise die Druck-  
schrift „Analysing Hybrid Drive System Topologies“, Karin Jo-  
nasson (2002), Lund University, ISBN 91-88934-23-3, Seite 74.

35 Aufgabe der Erfindung ist es nun, die Wirtschaftlichkeit ei-  
nes Hybridantriebes zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Elektromotor bei Betriebsphasen mit an den Abtrieb gekoppeltem, arbeitendem Verbrennungsmotor

- vorwiegend nur bei geringer Belastung des Verbrennungsmotors im Generatorbetrieb und/oder
- vorwiegend nur bei hoher Belastung des Verbrennungsmotors im Motorbetrieb arbeitet.

- 10 Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, den Elektromotor möglichst nur dann bei arbeitendem Verbrennungsmotor auf Generatorbetrieb zu schalten, wenn die damit einher gehende Zusatzbelastung des Verbrennungsmotors nur zu einem vergleichsweise geringem Zusatzverbrauch an Kraftstoff führt.
- 15 Dies ist typischerweise der Fall, wenn der Verbrennungsmotor wenig belastet ist bzw. mit hohen Belastungsreserven arbeitet.

- Andererseits wird der Elektromotor möglichst dann zusätzlich zum Verbrennungsmotor für den Fahrzeugantrieb herangezogen, wenn die mit dem Parallelbetrieb von Elektromotor und Verbrennungsmotor einher gehende Belastungsminderung des Verbrennungsmotors zu einer vergleichsweise hohen Minderung des Kraftstoffverbrauchs des Verbrennungsmotors führt. Dies
- 20 ist regelmäßig dann der Fall, wenn für die jeweilige Betriebsphase des Fahrzeuges eine hohe Leistung notwendig ist und dementsprechend der Verbrennungsmotor hoch belastet wird.

- Bei der Erfindung wird einerseits berücksichtigt, dass der Elektromotor sowie die Batterie fast immer einen im Vergleich zum Verbrennungsmotor hohen Wirkungsgrad aufweisen. Andererseits wird bei der Erfindung die Tatsache ausgenutzt, dass der Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors bei hoher Last überproportional zu dessen Belastung ansteigt, so dass einer-
- 30
- 35 seits Belastungserhöhungen des Verbrennungsmotors bei geringer Gesamtlast nur zu relativ geringen Zuwächsen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors führen und anderer-

seits Belastungsminderungen des Verbrennungsmotors bei hoher Last vergleichsweise große Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors ergeben.

5 Das oben dargestellte Prinzip der erfindungsgemäßen Steuerung läßt sich immer dann durchführen, wenn der Ladegrad der Batterie weder eine obere Schwelle überschreitet noch eine untere Schwelle unterschreitet und die Batterie dementsprechend sowohl zur Speisung des Elektromotors beim Motorbetrieb als  
10 auch zur Speicherung der vom Elektromotor beim Generatorbetrieb erzeugten elektrischen Energie herangezogen werden kann, ohne eine Über- oder Unterladung der Batterie befürchten zu müssen.

15 Nach Wahrscheinlichkeit liegen solche Verhältnisse zumindest bei typischen Fahrzyklen vor, so dass nur in seltenen Ausnahmefällen der Motor- oder Generatorbetrieb des Elektromotors ausschließlich in Abhängigkeit vom Ladegrad der Batterie gesteuert werden sollte oder müßte.

20 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist bei Verbrennungsmotor-Elektromotor-Kombination bzw. Hybridantrieben mit ständig mit dem Abtrieb zwangsgekoppeltem Elektromotor vorgesehen, einen Leerlaufbetrieb des Elektromotors - d.  
25 h. der Elektromotor ist von der Batterie abgekoppelt und kann weder im Motor- noch im Generatorbetrieb arbeiten - zu vermeiden. Vielmehr wird der Elektromotor bei arbeitendem Verbrennungsmotor unter Optimierung des Kraftstoffverbrauchs des Verbrennungsmotors entweder im Generatorbetrieb oder im  
30 Motorbetrieb gehalten bzw. zwischen diesen Betriebsarten umgeschaltet.

Auf diese Weise wird berücksichtigt, dass ein Elektromotor im  
35 Leerlaufbetrieb mehr oder weniger ausgeprägte Ummagnetisierungsverluste verursacht und damit unvermeidbare Schleppverluste mit sich bringt. Dies gilt insbesondere für die in Hybridantrieben typischerweise aufgrund ihres geringen Bauvolu-

mens eingesetzten Permanentmagnet-Motoren. Hier wird die Tatsache genutzt, dass sich beim Übergang vom Schleppbetrieb auf Generator- oder Motorbetrieb sehr hohe differentielle Wirkungsgrade des Elektromotors nutzen lassen.

5

Außerdem können vorzugsweise die Motor- und die Generatorleistung zur weiteren Optimierung des Kraftstoffverbrauchs gesteuert oder geregelt werden.

10

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass Daten für bei Belastungsänderungen eintretende Änderungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von dessen Drehzahl erfaßbar und/oder gespeichert sind und der Elektromotor

15

- als Generator betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung einen ersten Schwellwert überschreitet

und/oder

- als Motor betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors einen zweiten Schwellwert unterschreitet.

20

25

Hier wird die Tatsache ausgenutzt, dass Verbrennungsmotoren heute regelmäßig mit einer automatischen Motorsteuerung versehen sind, die entsprechende Daten „kennt“ oder jeweils erfassen kann, um die Betriebsweise des Verbrennungsmotors unter dem Gesichtspunkt eines geringen Abgasausstoßes, eines gewünschten Drehmomentverlaufes und/oder eines geringen Kraftstoffverbrauches zu optimieren. Die somit ohnehin zur Verfügung stehenden Daten können dann auch zur Optimierung des Generator- und/oder Motorbetriebes des Elektromotors herangezogen werden.

30

35

Im Ergebnis läuft dies darauf hinaus, dass bei der Steuerung des Betriebes des Elektromotors der jeweilige differentielle Wirkungsgrad, das ist der Quotient aus Belastungsänderungen

und Verbrauchsänderungen des Verbrennungsmotors, berücksichtigt wird.

5 In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann dann die Generatorleistung und/oder die Motorleistung des Elektromotors analog zum differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors gesteuert werden, in dem beim Generatorbetrieb die Generatorleistung bei zunehmendem differentiellen Wirkungsgrad erhöht bzw. beim Motorbetrieb die Motorleistung bei abnehmendem differentiellen Wirkungsgrad erhöht wird.

10 Im übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung der Zeichnung verwiesen, anhand der besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung näher beschrieben werden.

15 Selbstverständlich wird Schutz nicht nur für die ausdrücklich beanspruchten oder beschriebenen Merkmalskombinationen, sondern auch für prinzipiell beliebige Unterkombinationen der dargestellten Merkmale beansprucht.

Dabei zeigen:

25 Fig. 1 eine schematisierte Darstellung eines Hybridantriebes,

30 Fig. 2 ein Diagramm, aus dem ersichtlich ist, wann in Abhängigkeit vom Ladegrad SOC der Batterie sowie der Fahrgeschwindigkeit  $v$  bei einem Fahrzeug mit Hybridantrieb vorzugsweise der Elektromotor oder der Verbrennungsmotor als Fahrentrieb verwendet wird, und

35 Fig. 3 ein Kennfeld, welches schematisiert den differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von der Drehzahl  $n$  sowie der des mittleren Verbrennungsdruckes  $p$  bzw. des Drehmomentes  $t$  des Verbrennungsmotors wiedergibt.

Gemäß Fig. 1 besteht ein typischer Hybridantrieb 1 im wesentlichen aus einem Verbrennungsmotor 2 sowie einem zwischen Motor- und Generatorbetrieb umschaltbaren Elektromotor 3 mit einer im Vergleich zum Verbrennungsmotor 2 in der Regel deutlich geringeren Leistung. Zwischen Verbrennungsmotor 2 und Elektromotor 3 ist in der Regel eine Trennkupplung 4 angeordnet.

10 Die Rotorwelle des Elektromotors 3 bildet den Abtrieb 5 des Hybridantriebes. Dieser Abtrieb 5 ist, ggf. über eine nicht dargestellte Getriebe- und/oder Kupplungsanordnung, mit einem nicht dargestellten Antriebstrang eines Kraftfahrzeuges verbunden, wenn der Hybridantrieb 1 in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist. Bei geöffneter Kupplung 4 kann der Hybridantrieb 15 rein elektromotorisch arbeiten, d. h. der Abtrieb 5 wird nur vom Elektromotor 3 angetrieben, wobei eine dem Elektromotor 3 zugeordnete Batterie 6 die elektrische Energie liefert.

20 Bei geschlossener Kupplung 4 kann der Abtrieb 5 vom Verbrennungsmotor 2 angetrieben werden, wobei der Elektromotor 3 als Generator betrieben werden kann, um die Batterie 6 aufzuladen.

25 Grundsätzlich ist es auch möglich, den Elektromotor 3 bei geschlossener Kupplung 4 parallel zum Verbrennungsmotor 2 arbeiten zu lassen, so dass beide Motoren 2, 3 den Abtrieb 5 antreiben.

30 Im übrigen kann der Elektromotor 3 immer dann als Generator betrieben werden, wenn der an den Abtrieb 5 gekoppelte Antriebstrang bzw. das Kraftfahrzeug abgebremst werden sollen. Bei dieser Betriebsweise wird also die kinetische Energie des Antriebstranges bzw. des fahrenden Fahrzeuges in elektrische 35 Energie umgewandelt und in der Batterie 6 gespeichert.



Das Diagramm der Fig. 2 läßt erkennen, dass bei hinreichendem Ladezustand der Batterie 6 ein Kraftfahrzeug mit Hybridantrieb bei geringer Fahrgeschwindigkeit in der Regel elektromotorisch angetrieben wird, d. h. ausschließlich über den Elektromotor 3. Bei höherer Fahrgeschwindigkeit wird auf Fahrbetrieb mit dem Verbrennungsmotor 2 umgeschaltet.

Falls der Ladegrad der Batterie einen Schwellwert von beispielsweise 50 % unterschreitet, erfolgt die Umschaltung auf Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor bereits bei einer geringen Geschwindigkeitsschwelle von beispielsweise 32 km/h. Liegt der Ladegrad dagegen oberhalb von 50 %, erfolgt die Umschaltung auf Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor in der Regel erst bei einer Geschwindigkeitsschwelle von beispielsweise 52 km/h.

Falls der Ladegrad der Batterie unter einen Wert von beispielsweise 20 % absinkt, wird der Verbrennungsmotor 2 für den Antrieb des Fahrzeuges herangezogen.

Die Umschaltung zwischen Fahrbetrieb mit Elektromotor und Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor wird regelmäßig von weiteren Parametern beeinflusst, insbesondere von der Stellung eines Fahrpedals oder eines sonstigen Organs, mit dem die gewünschte Leistung des Hybridantriebes gesteuert wird.

Wenn der Fahrer beispielsweise das Fahrpedal stark durchtritt, ist dies ein Zeichen dafür, dass er eine hohe Leistung des Hybridantriebes abrufen will, beispielsweise für eine starke Beschleunigung des Fahrzeuges. Eine derart hohe Leistung kann der Elektromotor 3 bei typischen Hybridantrieben nicht zur Verfügung stellen. Deshalb wird in einem solchen Fall auch unterhalb der in Fig. 2 dargestellten Schwellen der Fahrgeschwindigkeit auf Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor umgeschaltet, so dass die vom Fahrer gewünschte hohe Leistung zur Verfügung steht. Sobald der Fahrer das Fahrpedal zurücknimmt, d. h. nur noch eine vergleichsweise geringe Leistung

des Hybridantriebes fordert, wird wieder auf Fahrbetrieb mit Elektromotor umgeschaltet, vorausgesetzt, dass die Fahrgeschwindigkeit unterhalb der in Fig. 2 beispielhaften dargestellten Geschwindigkeitsschwellen liegt.

5

Um die Batterie 6 innerhalb eines gewünschten Bereiches des Ladegrades zu halten, muß der Elektromotor 3 bei Betriebsphasen mit arbeitendem Verbrennungsmotor 2 im Generatorbetrieb arbeiten.

10

Hier ist nun erfindungsgemäß vorgesehen, den differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich um den Quotienten zwischen Belastungsänderungen des Verbrennungsmotors und damit einhergehenden Änderungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors.

15

Die Erfindung nutzt die Tatsache, dass in einem weiten Bereich der Betriebsphasen Erhöhungen der Belastung des Verbrennungsmotors nur zu vergleichsweise geringen Erhöhungen des Kraftstoffverbrauches führen. Dementsprechend ist erfindungsgemäß vorgesehen, den Elektromotor bei diesen Betriebsphasen des Verbrennungsmotors als Generator zu betreiben, wobei in zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung des weiteren vorgesehen sein kann, die Generatorleistung des Elektromotors in Abhängigkeit vom differentiellen Wirkungsgrad zu steuern. Bei Betriebsphasen, in denen besonders geringe Erhöhungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors bei Erhöhung der Belastung des Verbrennungsmotors auftreten, wird also der Elektromotor auf besonders hohe Generatorleistung eingestellt.

20

25

30

Wie weiter unten dargestellt wird, treten die vorgenannten Betriebsphasen insbesondere bei geringer Belastung des Verbrennungsmotors auf, d. h. der Elektromotor wird vor allem dann als Generator betrieben, wenn der Verbrennungsmotor für den jeweiligen Fahrzustand des Fahrzeuges nur eine mäßige Leistung aufbringen muß.

35

Des weiteren kann bei der Erfindung die Tatsache ausgenutzt  
wird, dass in anderen Betriebsphasen des Verbrennungsmotors,  
insbesondere wenn der Verbrennungsmotor vergleichsweise stark  
belastet wird, Belastungsänderungen zu relativ starken Ände-  
5 rungen des Kraftstoffverbrauches führen. Hier ist dann nach  
der Erfindung vorzugsweise vorgesehen, den Elektromotor pa-  
rallel zum Verbrennungsmotor als Motor arbeiten zu lassen, so  
dass der Verbrennungsmotor weniger stark belastet wird und  
ein deutlich verminderter Kraftstoffverbrauch eintritt, weil  
10 der Elektromotor einen Teil der für den jeweiligen Fahrzu-  
stand notwendigen Leistung bereitstellt.

Hier kann zweckmäßigerweise vorgesehen sein, die Motorleis-  
tung des Elektromotors umgekehrt proportional zum differen-  
15 tiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu steuern, d. h.  
die elektrische Motorleistung steigt, wenn durch eine Belas-  
tungsminderung des Verbrennungsmotors eine vergleichsweise  
hohe Verminderung des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungs-  
motors erreichbar ist.

20 Die Fig. 3 zeigt nun beispielhaft ein schematisiertes Kenn-  
feld des differentiellen Wirkungsgrades eines Verbrennungs-  
motors in Abhängigkeit von der Drehzahl und dem mittleren Druck  
in den Verbrennungsräumen bzw. dem damit korrelierten Drehmo-  
25 ment des Verbrennungsmotors.

Die in das Diagramm eingezeichneten „Höhenlinien“ zeigen  
Drehzahl-Mitteldruck-Kombinationen, mit gleichem, jeweils  
zahlenmäßig angegebenen differentiellen Wirkungsgrad. Diese  
30 Zahlen ergeben sich rechnerisch, wenn berücksichtigt wird,  
dass sowohl die Belastungsänderungen des Verbrennungsmotors  
als auch die damit einhergehenden Änderungen des Kraftstoff-  
verbrauches physikalisch Leistungsänderungen darstellen. Denn  
bei einer Änderung der Belastung des Verbrennungsmotors än-  
35 dert sich dessen abgegebene Leistung. Bei einer Änderung des  
Kraftstoffverbrauches ändert sich der Quotient zwischen der

im Kraftstoff enthaltenen Energie und der Zeit, d. h. die mit dem Kraftstoffverbrauch einher gehende verbrauchte Leistung.

5 Aus dem Diagramm der Fig. 3 wird erkennbar, dass - vereinfacht ausgedrückt - bei geringer Belastung bzw. Leistung des Verbrennungsmotors vergleichsweise hohe differentielle Wirkungsgrade vorliegen, die dann mit zunehmender Belastung bzw. Leistung des Verbrennungsmotors geringer werden.

10 Dieser Sachverhalt ist gleichbedeutend damit, dass der absolute Wirkungsgrad eines Verbrennungsmotors bei Betriebsphasen mit geringer Belastung bzw. Leistung mit zunehmender Belastung bzw. Leistung vergleichsweise stark ansteigt, während  
15 der absolute Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors bei Betriebsphasen mit hoher Belastung bzw. Leistung bei zunehmender Belastung bzw. Leistung nur noch geringfügig ansteigt bzw. nicht mehr ansteigt oder sogar fällt. Ein solcher ungünstiger Fall ist immer dann gegeben, wenn die differentiellen Wirkungsgrade geringer als die absoluten Wirkungsgrade  
20 sind, welche ihrerseits bei einem Otto-Verbrennungsmotor derzeit bestenfalls bei 30% bis 35% liegen.

25 Die Erfindung ist nicht auf die Steuerung eines Hybridantriebes beschränkt, bei dem der Elektromotor in bestimmten Betriebsphasen bei still gesetztem Verbrennungsmotor arbeitet. Vielmehr kann die Erfindung immer dann genutzt werden, wenn einem als Antriebsmotor vorgesehenen Verbrennungsmotor ein als Elektromotor und Generator betreibbares Elektroaggregat zugeordnet ist. Im Falle eines Kraftfahrzeuges dient ein solches Elektroaggregat beispielsweise einerseits als Startermotor  
30 zum Starten des Verbrennungsmotors sowie andererseits als Generator zum Laden einer Batterie eines Bordnetzes. Während des Betriebes des Verbrennungsmotors zum Antrieb des Kraftfahrzeuges kann dann das Elektroaggregat in völlig gleicher  
35 Weise gesteuert werden, wie es oben für den zwischen Motor- und Generatorbetrieb umschaltbaren Elektromotor eines Hybrid-

aggregates bei Betrieb des Verbrennungsmotors beschrieben wurde.

DaimlerChrysler AG

Dr. Fischer

22.04.2003

Patentansprüche

- 5 1. Steuerung eines zwischen Motorbetrieb und Generatorbe-  
trieb umschaltbaren, mit einem Verbrennungsmotor gekop-  
pelten oder koppelbaren Elektromotors mit zugeordneter  
10 Batterie, insbesondere in einem Hybridantrieb (1) mit  
Verbrennungsmotor (2) und zwischen Generator- und Motor-  
betrieb umschaltbarem Elektromotor (3) sowie dem Elektro-  
motor zugeordneter Batterie (6) mit deren Ladezustand er-  
fassender Sensorik, wobei der Verbrennungsmotor und der  
15 Elektromotor mit dem Abtrieb (5) des Hybridantriebes  
antriebsmäßig gekoppelt und/oder koppelbar sind und der  
Elektromotor beim Generatorbetrieb vom Verbrennungsmotor  
und/oder Abtrieb antreibbar ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
20 dass der Elektromotor bei Betriebsphasen mit an den Ab-  
trieb gekoppelten, arbeitendem Verbrennungsmotor  
- vorwiegend nur bei geringer Belastung des Verbrennungs-  
motors im Generatorbetrieb  
und/oder  
- vorwiegend nur bei hoher Belastung des Verbrennungs-  
25 motors im Motorbetrieb arbeitet.

2. Steuerung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
30 dass Daten für bei Belastungsänderungen eintretende Ände-  
rungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors  
(2) in Abhängigkeit von dessen Drehzahl erfaßbar und/oder  
gespeichert sind und der Elektromotor (3)

- als Generator betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung einen ersten Schwellwert überschreitet und/oder
- 5 - als Motor betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors den vorgenannten oder einen zweiten Schwellwert unterschreitet.

10 3. Steuerung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Elektromotor mit wachsender Generatorleistung  
betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung  
und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors zunimmt.

15 4. Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Elektromotor mit zunehmender Motorleistung be-  
trieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung  
20 und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors absinkt.

25 5. Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass bei ständig mit dem Abtrieb (5) zwangsgekoppeltem E-  
lektromotor (3) der Elektromotor immer entweder im Motor-  
betrieb oder im Generatorbetrieb arbeitet.

1/2

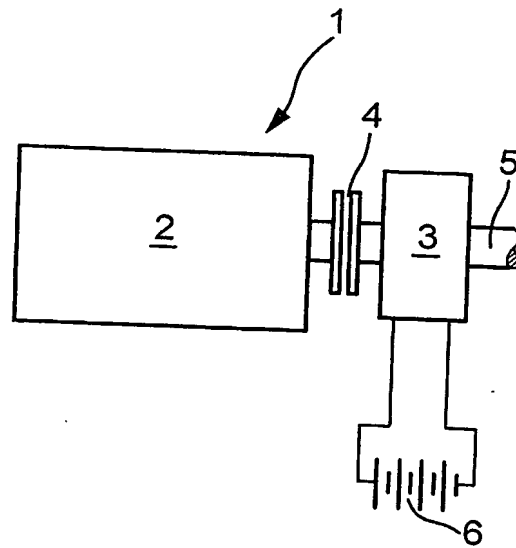


Fig. 1

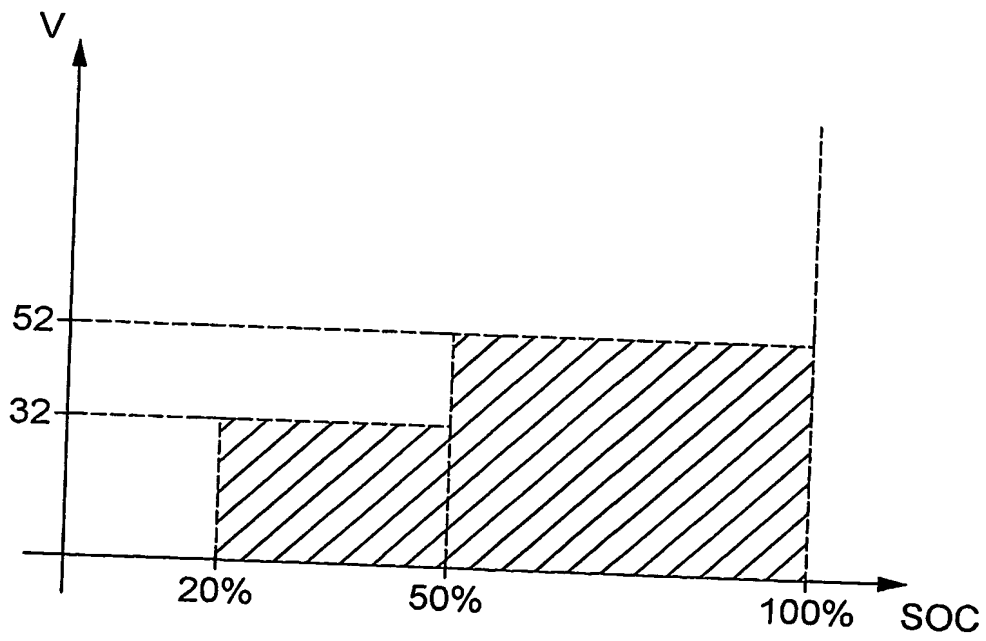


Fig. 2



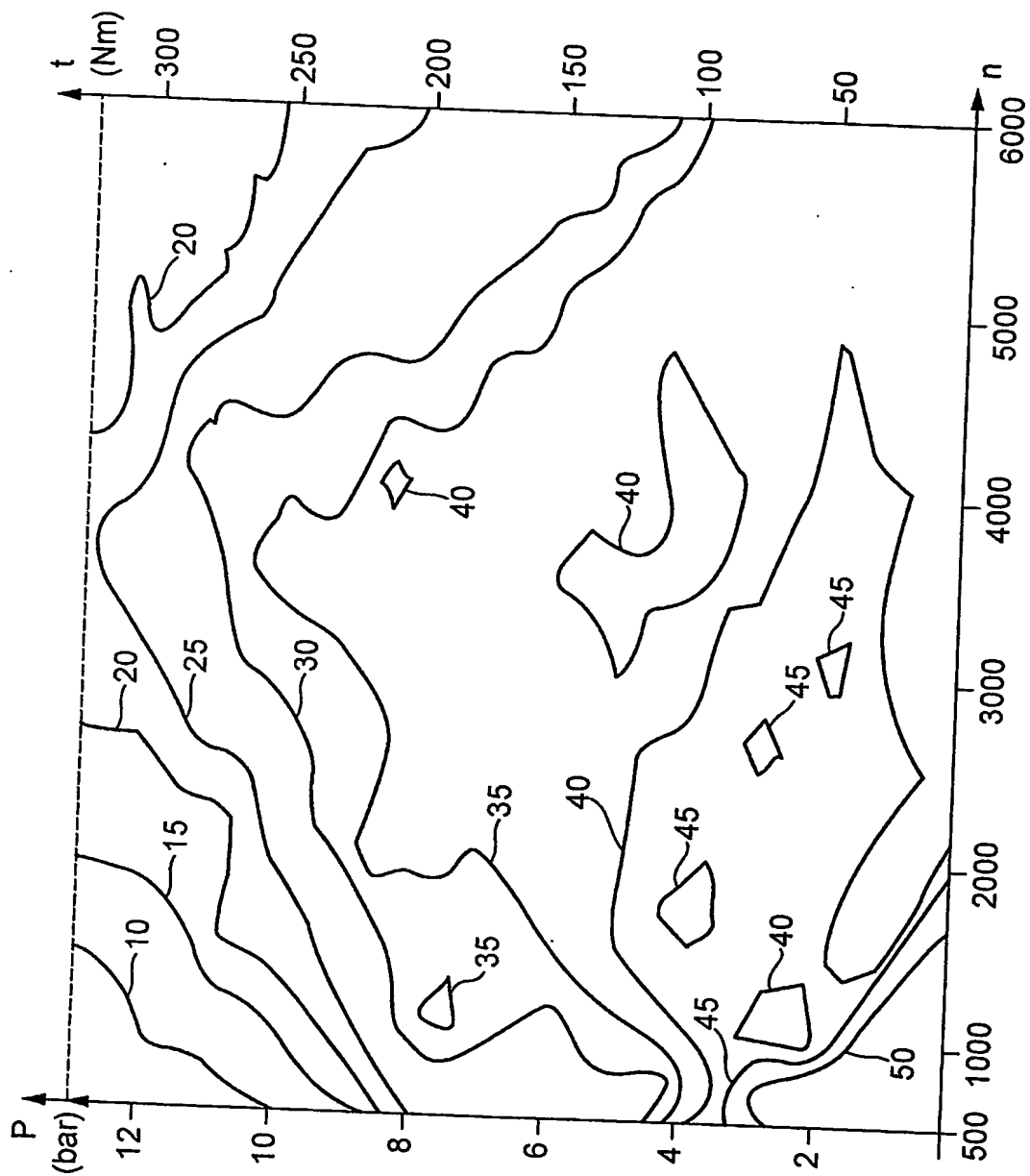


Fig. 3

DaimlerChrysler AG

Dr. Fischer

22.04.2003

Zusammenfassung

5 Bei einem Hybridantrieb mit zwischen Motorbetrieb und Genera-  
torbetrieb umschaltbarem Elektromotor wird der Elektromotor  
bei arbeitendem Verbrennungsmotor in Abhängigkeit vom diffe-  
10 rentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zwischen sei-  
nen Betriebsarten umgesteuert, wobei dann die Generatorleis-  
tung proportional zum differentiellen Wirkungsgrad bzw. die  
Motorleistung umgekehrt proportional zum differentiellen Wir-  
kungsgrad gesteuert werden kann.

(Fig. 3 )

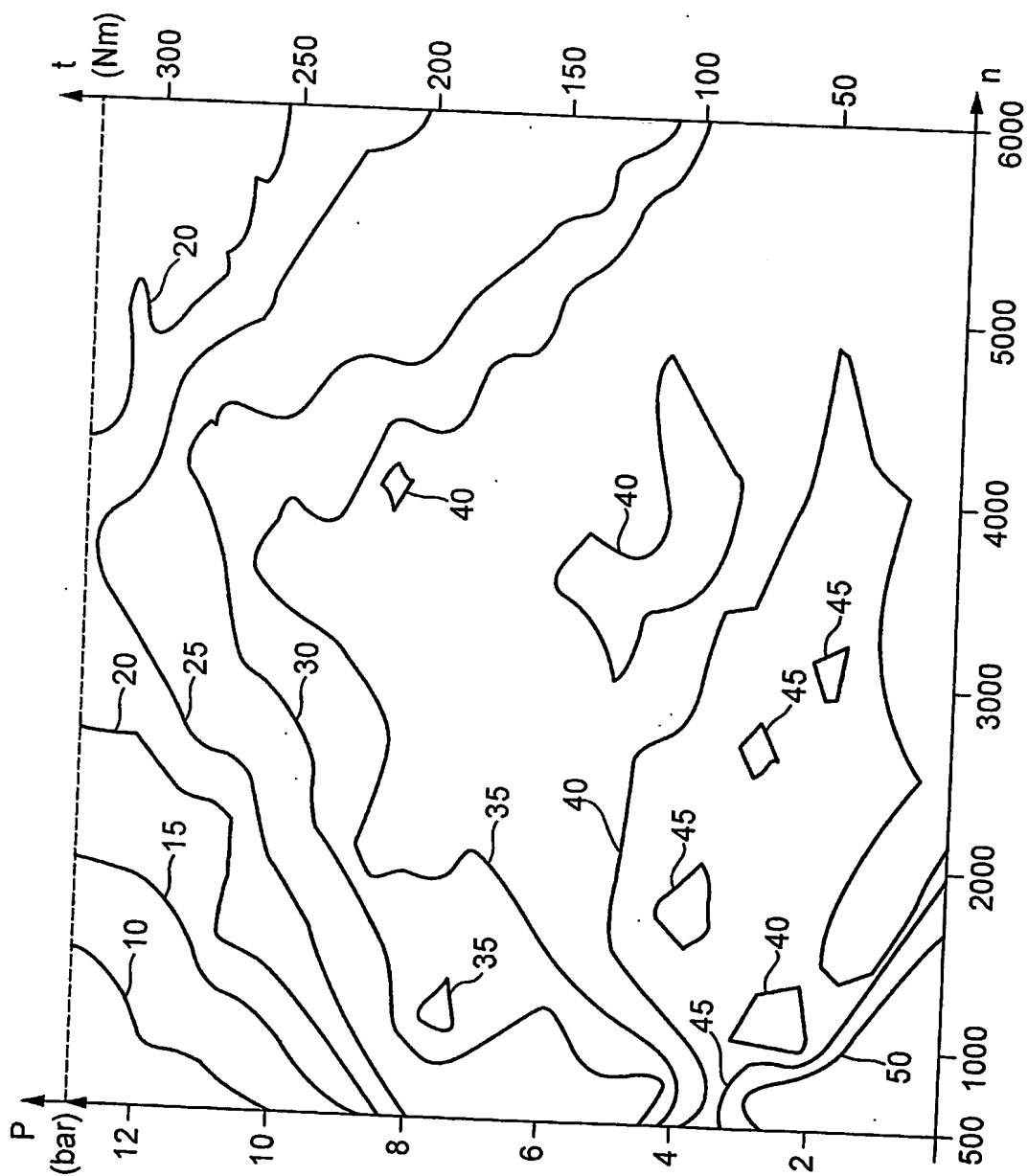


Fig. 3